

材料保守計画の適正化による効率的な軌道保守のあり方に関する検討 (軌道整正の多頻度化に与えるレール状態の影響評価)

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○山中 雅司、山口 義信
公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 木村 寛淳、三和 雅史

1. はじめに

有道床軌道における軌道狂い保守では、マルチプルタイタンパ(以下「MTT」)や、タイタンパ(以下「TT」)によるつき固めを基本としているが、軌道狂い進みが大きいことなどにより、MTT、TTによる軌道狂い保守頻度が高い箇所(以下「多頻度軌道狂い保守箇所」)が存在する。その要因としては、橋梁や踏切等の構造物の介在、軌道材料劣化等が考えられる。そこで、抜本的な対策として、多頻度軌道狂い保守箇所に対して、軌道狂いに影響を与える材料(レールや道床)状態を考慮し、軌道狂いと材料の保守を効果的かつ効率的に実施する保守計画の作成法を検討する。

本稿では、保守計画の適正化のための軌道状態評価モデル(図1)¹⁾に関して、レール頭頂面状態の評価法(同図STEP)の検討について示す。なお、同図のSTEP 多頻度軌道狂い保守箇所の抽出法は文献1)で、STEP 道床状態評価法については文献2)で紹介する。

2. レール状態の評価

(1) 軌道狂いに与える影響

軌道狂いの分析においては、1ロットを25mとし、ロット毎の10m弦高低狂い標準偏差を軌道状態を評価する指標とした。また、分析を行った線区は、在来線の高密度輸送線区で、有道床ロングレールが主体の軌道である。なお、構造物介在箇所は除いている。

図2にレール交換前後の高低狂い標準偏差の進み量(mm/60日)の一例を示す。レール交換により高低狂い進

みが約半分に抑制されている。レール削正でも同様の効果を確認しており、これは経年劣化である溶接部凹凸やレール傷(レール頭頂面凹凸)が除去され、輪重変動が減少したためと考えられる。よってレール頭頂面凹凸が多頻度軌道狂い保守の要因となっているとすれば、レール保守により保守周期延伸効果が期待できる。

(2) 軸箱上下振動加速度による評価法

多頻度軌道狂い保守箇所の抽出法¹⁾により、対象848ロットから14ロットを抽出し、レール頭頂面凹凸状態を分析した。なお分析には、検測車の軸箱上下振動加速度(以下、「軸箱加速度」)を用い、レールの波状摩耗や溶接部の落ち込み等の一般的な波長を考慮して、0.05～0.20mでフィルタ処理(以下、「BPF0.05-0.2m」)した軸箱加速度値を用いる。

図3に、軸箱加速度の標準偏差と最大値の関係を示す。双方の90%値を上回るロットがA～Dで、ロット内に軸箱加速度の大きい箇所が多く存在ことを示している。このロットA～Cには波状摩耗、ロットDには数箇所の溶接部凹凸を確認しており、標準偏差の大小からも、溶接部凹凸よりも波状摩耗の方が連続性が高いことを裏付けている。よって、軸箱加速度(BPF0.05-0.2m)がレール頭頂面凹凸状態の評価指標に有効であると考えられる。

(3) レール状態の様態評価法

レール頭頂面凹凸の発生形態には、上述した波状摩耗や溶接部凹凸、レール傷が考えられるため、軸箱加速度によるレール頭頂面凹凸の様態の分類法を検討した。

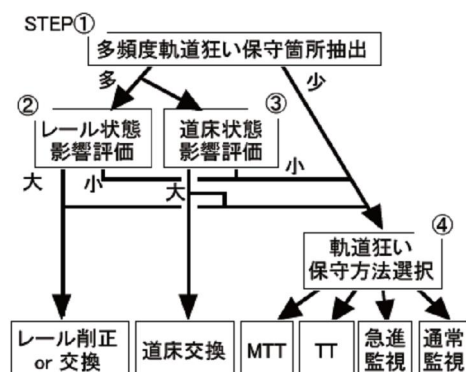


図1 軌道状態現状評価モデルの構成

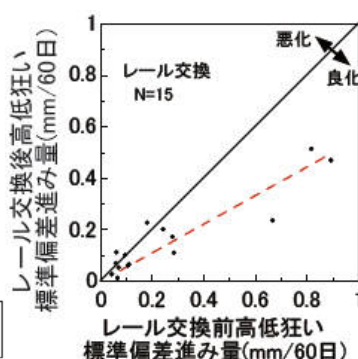


図2 レール保守効果

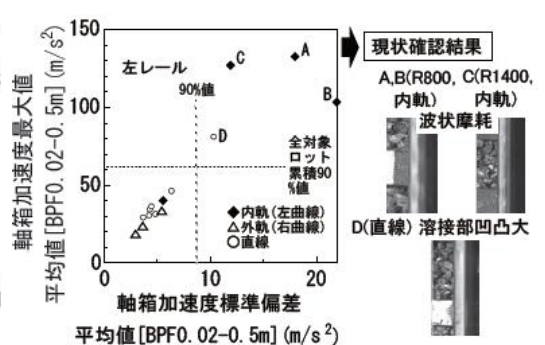


図3 軸箱加速度(レール)と現状確認結果

キーワード 多頻度保守、レール頭頂面凹凸、有道床軌道、高低狂い、高低狂い進み、軸箱上下振動加速度
連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目4番24号西日本旅客鉄道株式会社 Tel 06-6376-8136

曲線内軌に波状摩耗が存在する箇所を輪軸が通過する際には、内軌側の軸箱加速度が連続的に大きくなり、傷や溶接部で凹凸が存在する箇所では、これらの存在する側の軸箱加速度が一時的に大きくなると考えられる。ところが、左右車輪は輪軸を介して一体であり、一方のレール頭頂面凹凸の影響が、反対側の軸箱加速度にも表れる傾向を確認したため、左側と右側の軸箱加速度の差によるレール状態の評価法を検討する。

ここでは、左右の軸箱加速度（標準偏差、最大値）の平均値を用いて「(測定値 - 平均値)/標準偏差」(以下、「Z 値」)を算出し、この Z 値の左右差を評価に用いる。半径 800m の曲線部における軸箱加速度の標準偏差と最大値の各 Z 値の差(左 - 右)を図 4 に示す。波状摩耗がある箇所では標準偏差の左右差が大きい傾向にあり、溶接部やレール傷での凹凸が大きな箇所では最大値の左右差が大きい傾向にある。よって、軸箱加速度によりレール頭頂面凹凸の様態を推定することで、それに応じた保守方法を提案できる。

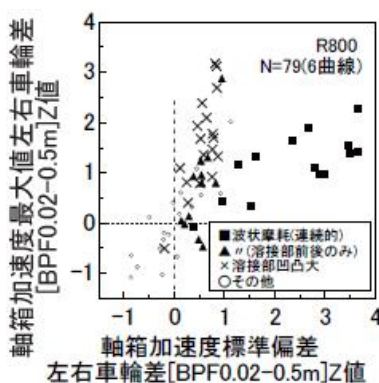


図 4 軸箱加速度 Z 値左右差

(4) 軸箱加速度に与える要因と凹凸量に関する検討

軸箱加速度は、走行速度に応じて変動する特性³⁾をもつ。また、図 5 に示すようにレール凹凸量との相関が高いことが分るが、レール凹凸量が大きくても軸箱加速度

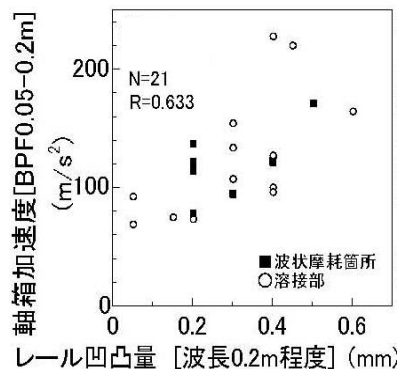


図 5 レール凹凸量と軸箱加速度

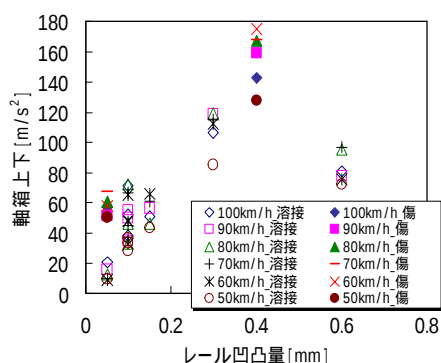


図 6 レール凹凸量と軸箱加速度

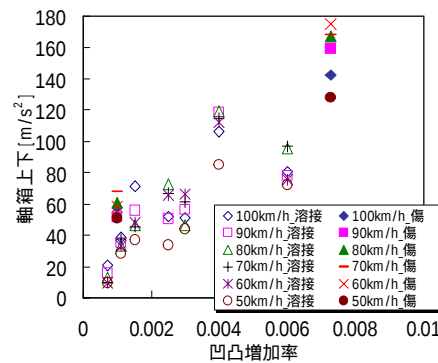


図 7 凹凸増加率と軸箱加速度

が小さい箇所が散見される。よって、軸箱加速度とレール凹凸量、速度との関係を検証するため、JR 西日本在来線試験車 U@tech を用いて走行試験を実施した。また現場実態の把握のため、レール頭面測定器を用いて、レール長手方向のレール頭頂面の凹凸形状を計測した。

図 6 に、レール頭面測定と走行試験結果による、レール凹凸量と軸箱加速度の関係を示す。同図より、図 5 と同様にレール凹凸量が大きくても軸箱加速度が小さい箇所がある他、溶接部凹凸よりレール傷のある箇所の方が軸箱加速度が大きい傾向が確認できる。そこで、軸箱加速度は輪重変動の影響を受けることを考慮して、凹凸波長を考慮することとし、凹凸量のレール長手方向に対する増加率{レール凹凸量/(凹凸波長/2)}(以下、「凹凸増加率」と軸箱加速度の関係を分析する。

図 7 に、凹凸増加率と軸箱加速度の関係を示す。同図より、溶接と傷による傾向の差異はほとんどなく、凹凸増加率と軸箱加速度の間に高い相関が認められる。

以上より、軸箱加速度によってレール頭頂面凹凸を評価する際には、レール頭頂面凹凸の波長も考慮することが重要であると考え。今後は、凹凸波長と凹凸量、軸箱加速度それぞれの関係から、軸箱加速度を用いたレール頭頂面凹凸量の推定について検討する。

4. まとめ

多頻度軌道狂い保守箇所において、軸箱加速度によるレール頭頂面凹凸箇所の抽出法と様態評価法を提案し、その妥当性を示した。また軸箱加速度に与える要因(レール頭頂面状態)を検証した。

参考文献

- 1) 三和他：材料保守計画の適正化による効率的な軌道保守に関する検討（多頻度軌道変位保守箇所の抽出と軌道変位保守方法の選択モデル），土木学会第 66 回年次学術講演会，2011。
- 2) 木村他：材料保守計画の適正化による効率的な軌道保守に関する検討（軌道整正の多頻度化に与える道床状態の影響評価），土木学会第 66 回年次学術講演会，2011。
- 3) 須永：軌道と車両の相互作用(5)-輪重変動と短波長軌道狂い管理，日本鉄道施設協会誌，2000.7。